

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-031086

(43)Date of publication of application : 31.01.1995

(51)Int.Cl.

H02K 1/18

H02K 1/16

H02K 19/10

(21)Application number : 05-190909

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 02.07.1993

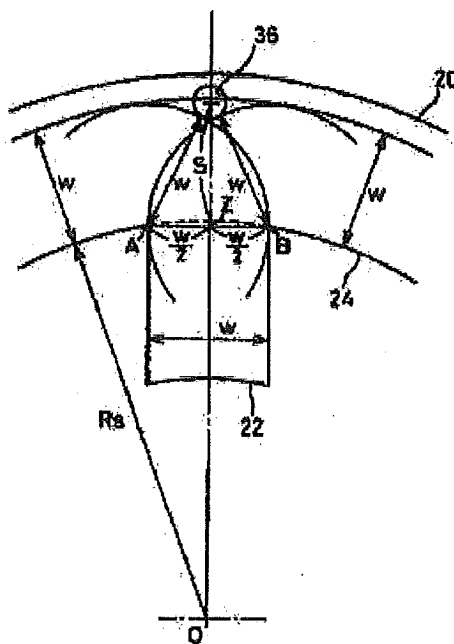
(72)Inventor : MIURA TETSUYA

## (54) STATOR STRUCTURE FOR THREE-PHASE SYNCHRONOUS MOTOR AND STATOR

## (57)Abstract:

PURPOSE: To eliminate an increase in an outer diameter of a stator by providing an area in which a magnetic path of a hole for a clamping bolt is not formed at a specific position when stator steel plates laminated by the bolt is clamped as the plates are laminated to form the stator.

CONSTITUTION: A bolt hole 36 is provided in the vicinity of an outer periphery of a stator 20 at a position behind tees 22. More particularly, circular arcs are drawn in a width  $W$  of a yoke from both corners of a slot 24 of the stator 20, and a bolt hole 36 is so provided as to be circumscribed with both arcs. As a result, the width  $W$  necessary as the yoke can be obtained, and the stator and hence an outer diameter of a three-phase synchronous motor can be reduced without deteriorating performance of the motor.



## \* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1]It is the stator structure of a three phase synchronous motor which laminates and fixes a stator provided with teeth around which a stator coil is wound in two or more sheets and a thickness direction, and is used, Stator structure of a three phase synchronous motor which a magnetic path of width needed according to a magnetic flux amount which is a position near [ said ] the yoke periphery of the teeth back about a field for immobilization of said stator which cannot be used as a magnetic path, and pierces through said yoke has arranged in a position secured between this field for immobilization, and said teeth.

[Claim 2]A stator which is a stator for three phase synchronous motors, drew respectively a circle which makes substantial yoke width a radius from a corner of right and left of the root of teeth on the yoke periphery side, is the outside of these both circles and provided a hole or a notch for stator immobilization in said position of the teeth back.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

## [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application]This invention relates to the stator structure of the three phase synchronous motor which fixes to the laminating direction the stator provided with the teeth around which a stator coil is wound, and the stator which can be laminated in detail about the stator structure and the stator of a three phase synchronous motor.

[0002]

[Description of the Prior Art]Conventionally, the stator of this kind of three phase synchronous motor laminates the stator which consists of non-oriented magnetic steel sheets to the shaft orientations of a rotator, and is constituted. As for the steel plate laminated, the insulating layer and the glue line are formed in the surface.

Although a glue line can be laminated by carrying out heat melting after an assembly, in order to secure sufficient assembly strength, it is common to provide a breakthrough in a laminating direction and to bind tight with a bolt nut or caulking.

The notch for welding is provided in a stator periphery, and the technique of carrying out TIG arc welding of the stator peripheral part after lamination is also known.

[0003]For the magnetic flux in which such a breakthrough and notch pierce through a stator, since it could not usually become a magnetic path, after the breakthrough and notch of these secured the cross-section area required as a magnetic path, as shown in drawing 8, they were conventionally provided in the exterior of the portion used as a yoke. Drawing 8 is a top view of the stator of the three phase synchronous motor of four poles. The motor which uses this stator is provided with three slot SL per pole. Therefore, teeth TE exists by 12 all. In the figure, the field which gave the hatch shows the range of the magnetic path which is needed for the magnetic flux generated with the stator coil which was wound around teeth TE, and which is not illustrated. Per pole, in the case of the slot 3, it becomes the same [ the width of teeth TE and the width of the yoke YK which are needed to a magnetic flux amount ], and if there is the same width W as teeth TE as width of the yoke YK between teeth TE, it is sufficient. In the conventional stator, as shown in drawing 8, after securing the yoke width W for acquiring a required magnetic path, it bound tight on the periphery and several bolthole BHs of business were provided.

[0004]Drawing 9 is an explanatory view showing the example in which bolthole BH was formed between teeth TE. Even in this case, in order to secure the width W of teeth TE, and the width of an equal magnetic path in a yoke part, the position of bolthole BH is put on the outside of the position from which only the same width W as teeth TE was far apart at least from the outside end of slot SL.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]However, in such stator structure, there was a problem that the outer diameter of a stator could not be made small. That is, it was thought that the radius DO which applied the required yoke width W to the distance Rs from the center to a slot SL periphery, and also applied the width e which is sufficient for forming bolthole BH was needed, and a stator could not be made small any more. Temporarily, if a bolt or the hole for lock-pins is provided in the magnetic circuit in a yoke, this hole will bar a magnetic path and the width of a magnetic path will become narrow as a result. Since the magnetic flux amount according to this is needed in order to acquire predetermined torque as a motor, magnetic flux

density will become high, it becomes difficult to pass along magnetic flux by the portion in which the magnetic path became narrow, and it will become impossible to acquire torque required as a result. Since iron loss increases, the efficiency of a motor will also fall.

[0006] On the other hand, fixing strength will become insufficient, if the path of the bolt for immobilization is made small or width  $e$  for forming the object for boltholes is made small. The stator structure of the three phase synchronous motor of this invention was made for the purpose of enabling a miniaturization of contour shape, without having solved such a problem and falling the output torque and efficiency of a motor. The stator of this invention realizes this stator structure. Both took the next composition.

[0007]

[Means for Solving the Problem] Stator structure of a three phase synchronous motor of this invention a stator provided with teeth around which a stator coil is wound, It is the stator structure of a three phase synchronous motor fixed to a laminating direction of a stator, About a field for immobilization of a stator which cannot be used as a magnetic path, it is a position near the yoke periphery of the teeth back, and let it be a gist for a magnetic path of width needed according to a magnetic flux amount which pierces through a yoke to have arranged in a position secured between this field for immobilization, and teeth.

[0008] A stator for three phase synchronous motors of this invention draws respectively a circle which makes yoke width a radius on the yoke periphery side from a corner of right and left of the root of teeth, is the outside of both this circle and makes it a gist to have provided a hole or a notch for stator immobilization in a position of the teeth back.

[0009]

[Function] In the stator structure of the three phase synchronous motor of this invention constituted as mentioned above. It is near [ in back ] the yoke periphery of teeth about the fields for immobilization (for example, a bolthole, a notch, etc.) which fix a stator, and the magnetic path of the width needed according to the magnetic flux amount which pierces through a yoke arranges in the position secured between the field for immobilization, and teeth. Usually, since the width of the field for immobilization is smaller than the width of teeth, the field for immobilization can be arranged in the position inside a yoke from the position always known conventionally. It is possible to arrange that the width is larger than the width of teeth in the position inside a yoke from the first depending on the shape of the field for immobilization.

[0010] The stator for the three phase synchronous motors of this invention can secure the magnetic path of the width needed also in the position in which the hole for immobilization or a notch exists according to the magnetic flux amount which pierces through a yoke, without enlarging an outside, if this is laminated and it is considered as stator structure.

[0011]

[Example] In order to clarify further composition and an operation of this invention explained above, suitable working example of this invention is described below. The end elevation showing the state where the top view and drawing 2 which drawing 1 shows the shape of the stator 20 as one working example of this invention laminated this stator 20, and tentative assembly of the stator 30 was carried out, and drawing 3 are the sectional views showing the structure of the three phase synchronous motor 40 incorporating this stator 30.

[0012] First, the entire structure of the three phase synchronous motor 40 is explained using drawing 3. This three phase synchronous motor 40 consists of the stator 30, the rotator 50, and the case 60 that stores these. As for the rotator 50, the permanent magnet 52 is stuck on the periphery.

It is supporting pivotally by the bearings 61 and 62 in which the axis of rotation 55 provided in the shaft center was formed by the case 60, enabling free rotation.

[0013] The stator 30 laminates two or more stators 20 which pierced and fabricated the non-oriented magnetic steel sheet. The insulating layer and the glue line are formed in that surface at this magnetic steel sheet.

It heats to after-lamination prescribed temperature, and melting of the glue line is carried out and the temporary stop is carried out.

The stator 20 is provided with a total of 12 teeth 22 as shown in drawing 1, and the coil 32 which makes the stator 30 generate a revolving magnetic field is wound around the slot 24 formed between the teeth 22 (refer to drawing 3). The four boltholes 36 which let the bolt 34 for

immobilization pass are established in the periphery of the stator 20. When laminating the stator 20, as shown in drawing 2, it positions through the bolt 35 for temporary stops to this bolthole, and this bolt 35 is bound tight. As a result, the stator 20 will be in the state where it was pressed mutually, it is heating and fusing a glue line and the laminated stator 20 is fixed once. After winding the coil 32 around the teeth 22 and completing the stator 30 in this state, the bolt 35 for temporary stops is removed, this is attached to the case 60, and it fixes with the bolt 34. [0014]Next, the position which forms the bolthole 36 for immobilization is explained in detail, referring to drawing 4. Although the bolthole 36 is established in the stator 20 periphery side of the position in which the teeth 22 exist, the position is determined as follows. First, the magnetic flux amount  $\psi$  needed is calculated from the output torque demanded as the three phase synchronous motor 40. Next, the specification of the coil 32 which can generate this magnetic flux amount  $\psi$ , or the permanent magnet 52 is determined, and the width  $W_t$  of the stator 20 and the width  $W_y$  of a yoke are determined. Since the specification of the coil 32 and permanent magnet 52 grade is fundamental matter of design of the three phase synchronous motor 40, it omits the explanation here. Since there is a close relation to this invention, the case of 1 pole 3 slot is mentioned as an example, and the view of the determination of the teeth width  $W_t$  and the yoke width  $W_y$  is explained below.

[0015]Drawing 5 is an explanatory view showing the situation of the magnetic flux of the three phase synchronous motor 40 of 1 pole 3 slot. In the state where one pole of the permanent magnet 52 carried out the right opposite to these teeth 22, and it energized in the coil 32 now paying attention to the one teeth 22. If the maximum of the magnetic flux produced in the teeth 22 is set to  $\psi_0$ , total magnetic flux  $\psi_{it}$  which pierces through the teeth 22 will become the value which integrated with  $\psi$  ( $\theta$ ) from  $-\pi/6$  to  $\pi/6$ .  $\psi$  ( $\theta$ ) is  $\psi_0 \cos \theta$ . — (1)

It comes out. If integration is performed and it asks for magnetic flux  $\psi_{it}$ ,  $\psi_{it} = \psi_0$  will be obtained.

[0016]The greatest magnetic flux  $\psi_{iy}$  that pierces through the portion of the yoke of the stator 20 on the other hand is equal to what integrated with  $\psi$  ( $\theta$ ) from 0 to  $\pi/2$  so that it may illustrate. That is, it is  $\psi_y = \psi_0$ , and it is not based on the slot number per pole, but becomes fixed. The width  $W$  which is needed to the desired magnetic flux amount  $\psi$  is  $w = \psi / (B_{max} - L)$ , when maximum-permissible magnetic flux density of the material of the stator through which magnetic flux pierces is set to  $B_{max}$  and the thickness is set to  $L$ . — (2)

The necessary width  $W_t$  of the teeth 22 in working example since it comes out, and a yoke, and  $W_y$  are  $0 / (B_{max} - L)$  of  $W_t = W_y = \psi$ . — (3)

It becomes. That is, in the case of the three phase synchronous motor 40 of 1 pole 3 slot, the width  $W_t$  of the teeth 22 and the width  $W_y$  of a yoke are equal.

[0017]The magnetic flux amount which passes teeth as a general formula in the three phase synchronous motor of a 1 pole  $N$  slot ( $N$  is one or more integers), Becoming what integrated with  $\psi$  ( $\theta$ ) from  $-\pi / (2 \text{ and } N)$  to  $\pi / (2 \text{ and } N)$ , the ratios of the teeth width  $W_t$  and the yoke width  $W_y$  are  $W_t / W_y = 2$  and  $\sin (\pi / 2N)$ . — (4)

It becomes.

[0018]In the three phase synchronous motor 40 of 1 pole 3 slot ( $N = 3$ ), the above examination shows that the width of the teeth 22 and a yoke is equal. Then, the teeth 22 in this case and width of a yoke are set to  $W$ . Since the teeth 22 have secured the width  $W$  irrespective of the position of the bolthole 36, they examine the position of the bolthole 36 which can make the outside of the stator 20 the smallest, securing the width  $W$  as a yoke. As shown in drawing 4, the circle of the radius  $W$  is drawn focusing on root [ of the right and left of the teeth 22 ] A, and B. The bolthole 36 is arranged so that it may circumscribe to both this circle. If the radius of the bolthole 36 is set to  $d$ , the distance  $S$  from the periphery line (inner circumference line which determines yoke width) of the slot 24 which was [ distance  $R_s$  ] far apart from the center of the stator 20 to the center of the bolthole 36 will be found by a following formula.

[0019]

[Equation 1]

$$S = \sqrt{(W+d)^2 - (W/2)^2} - Z$$

$$Z = R_s - \sqrt{R_s^2 - (W/2)^2}$$

[0020]As a result, compared with the case where the bolthole 36 is set besides a yoke, only  $S=W+d-S$  moves the center position of the bolthole 36 inside the stator 20 at least.

[0021]As an example of a design, if  $R_s=175$ ,  $W=60$ , and  $d=5$  (each unit is mm), it will be set to  $Z=2.6$ ,  $S=55.0$ , and  $S=10$ . That is, the center position of the bolthole 36 can be made into the position which went into the about 10-mm inside toward the center of the three phase synchronous motor 40. It is because the required width  $W$  is brought near inside and can be secured to the magnetic flux amount of the portion of a yoke in the back of the teeth 22, as the hatch was given and shown in drawing 1. Therefore, the bolthole 36 has been arranged without affecting the magnetic flux of a yoke part, and the radius  $D1$  of the stator 20 became smaller about 10 mm than the conventional stator.

[0022]As a result, compared with the conventional example (refer to drawing 8) which provided bolthole BH in the outside of the yoke simply, 20 mm of outsides of the stator 30 and by extension, the three phase synchronous motor 40 were able to be made small for the diameter by this example. Since the weight of shape of apparatus incorporating the three phase synchronous motor 40, such as an electromobile, not only being made small but three phase synchronous motor 40 the very thing can also be reduced if it becomes possible to make small the outer diameter of the three phase synchronous motor 40, If it is an electromobile, it will become possible [ that mileage is prolonged etc. ] to raise the performance of the apparatus incorporating this three phase synchronous motor 40.

[0023]Since it can bind tight with the bolt 34 and a position can be made more into the inside, The composition and the assembly of the stator 30 — although the same pressure that holds down the stator 20 is obtained, a small bolt number is sufficient, or bolting torque can be made small if it is the same bolt number — can be made simple.

[0024]In the design (drawing 4) of the position of the bolthole 36 mentioned above, although the roundness of the corner of the slot 24 was disregarded, usually  $R$  predetermined with the actual stator 20 in the corner of the slot 24 is attached (drawing 1). What is necessary is to draw the circle of the yoke width radius  $W0$  needed for a real target from all points of the periphery line of the slot 24, to draw the envelope of that circle, and just to determine that the position of the bolthole 36 circumscribes to this envelope, as shown in drawing 6 when it is so large that  $R$  of a corner cannot be disregarded. Thereby, the always required yoke width  $W0$  is securable from both corners. Even when it replaces with bolting with the bolt 34 and fixes with caulking, it can crimp similarly and the position of the hole of business can be defined. When forming the notch 70 for TIG arc welding, etc. in the periphery of the stator 20, this notch can be similarly arranged, as shown in drawing 7.

[0025]Although working example of this invention was described above, The composition which this invention is not limited to such working example at all, and the bolthole 36 is making shape except circular, for example, The composition which the notch used for immobilization is making shape for un-[ right-and-left ], the composition which is carrying out shape from which  $R$  of the corner of the slot 24 differs by right and left, The composition in which the bolt which fixes to the case 60 the stator 30 other than the bolt with which it constitutes other than three and the slot number per pole fixes the stator 20 was formed independently, The composition of the ability to carry out in the mode which becomes various within limits which do not deviate from the gist of this invention etc. which laminated the stator 20 using the stator 20 by which the glue line is not formed in the surface are natural.

[0026]

[Effect of the Invention]The extremely outstanding effect that the outer diameter of a stator can be made small is done so, without dropping the performance of a synchronous motor on the stator structure of the three phase synchronous motor of this invention, as explained above. As a result, reduction of the outside diameter shape of a three phase synchronous motor and weight can be aimed at, and it becomes possible to attain a miniaturization and weight saving of a motor. When the stator for the three phase synchronous motors of this invention realizes a stator with a small outer diameter, it does so the effect that \*\*\*\* can be designed for arrangement of the hole for stator immobilization, or a notch.

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1]It is a top view showing the shape of the stator of the three phase synchronous motor which is one working example of this invention.

[Drawing 2]It is an end elevation showing the vertical section in the state where the temporary stop of the stator 30 was carried out.

[Drawing 3]It is a sectional view showing the structure of the three phase synchronous motor 40 incorporating the stator 30 of working example.

[Drawing 4]It is an explanatory view showing the situation of a design of the position of the bolthole 36.

[Drawing 5]It is an explanatory view showing typically the relation between the stator for calculating the magnetic flux amount  $\psi$ , and a rotator.

[Drawing 6]It is an explanatory view showing the situation of a design of the position of a bolthole in case R which cannot be disregarded to the corner of a slot is attached.

[Drawing 7]It is an explanatory view showing the example of a design in the case of providing the notch for immobilization.

[Drawing 8]It is a top view showing the shape of the conventional stator.

[Drawing 9]It is an explanatory view showing arrangement of the same conventional bolthole BH.

[Description of Notations]

- 20 --- Stator
- 22 --- Teeth
- 24 --- Slot
- 30 --- Stator
- 32 --- Coil
- 34 --- Bolt
- 35 --- Bolt for temporary stops
- 36 --- Bolthole
- 40 --- Three phase synchronous motor
- 50 --- Rotator
- 52 --- Permanent magnet
- 55 --- Axis of rotation
- 60 --- Case
- 70 --- Notch

---

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-31086

(43) 公開日 平成7年(1995)1月31日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 2 K	1/18	B		
	1/16	Z		
	19/10	Z 7254-5H		

審査請求 未請求 請求項の数 2 F D (全 7 頁)

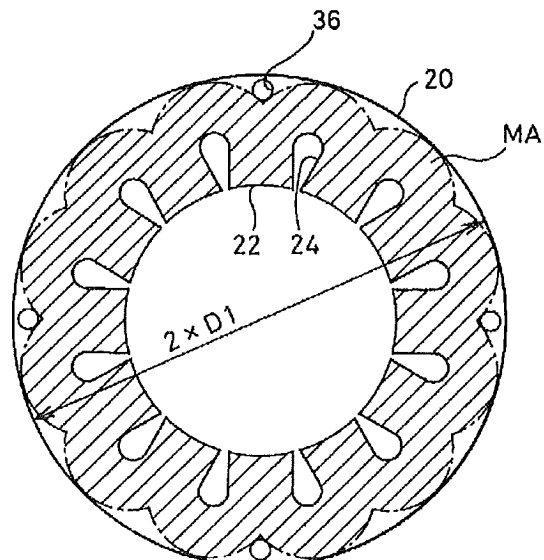
(21) 出願番号	特願平5-190909	(71) 出願人	000003207 トヨタ自動車株式会社 愛知県豊田市トヨタ町1番地
(22) 出願日	平成5年(1993)7月2日	(72) 発明者	三浦 徹也 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		(74) 代理人	弁理士 下出 隆史 (外1名)

(54) 【発明の名称】 三相同期モータのステータ構造およびステータ

(57) 【要約】

【目的】 ステータを積層して固定子を形成する際、固定用のボルトなどにより積層したステータを締め付けるが、このボルト用の孔などの磁路を構成しない領域を特定の位置に設け、固定子の外径が大きくなるようにする。

【構成】 ボルト孔36を、ティース22の背後の位置であって、ステータ20の外周部付近に設ける。詳しくは、ステータ20のスロット24の両隅部から、ヨークの幅Wで円弧を描き、両円弧に外接するようボルト孔36を設ける。この結果、ヨークとして必要な幅Wを確保することができ、モータの性能を落とすことなく、固定子30、延いては三相同期モータ40の外径を小さくすることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 固定子コイルが巻回されるティースを備えたステータを複数枚、厚さ方向に積層・固定して用いる三相同期モータのステータ構造であって、磁路として使用できない前記ステータの固定用領域を、前記ティース背後のヨーク外周付近の位置であり、かつ前記ヨークを貫く磁束量に応じて必要とされる幅の磁路が該固定用領域と前記ティースとの間で確保される位置に配置した三相同期モータのステータ構造。

【請求項2】 三相同期モータ用のステータであって、ティースの付け根の左右の隅部から、実質的なヨーク幅を半径とする円弧をヨーク外周側に各々描き、該両円弧の外側であって前記ティース背後の位置に、ステータ固定用の孔もしくは切欠部を設けたステータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、三相同期モータのステータ構造およびステータに関し、詳しくは固定子コイルが巻回されるティースを備えたステータをその積層方向に固定する三相同期モータのステータ構造および積層可能なステータに関する。

【0002】

【従来の技術】従来、この種の三相同期モータの固定子は、無方向性電磁鋼板からなるステータを回転子の軸方向に積層して構成されている。積層される鋼板は、表面に絶縁層と接着層が形成されており、組立後に接着層を加熱溶融することで積層可能であるが、十分な組立強度を確保するために、積層方向に貫通孔を設け、ボルト・ナットやカシメにより締め付けるのが一般的である。また、ステータ外周に溶接用の切欠部を設け、積層後にステータ外周部をTIG溶接する手法も知られている。

【0003】こうした貫通孔や切欠部は、ステータを貫く磁束にとっては、通常磁路となり得ないから、従来これらの貫通孔や切欠部は、磁路として必要な断面積を確保した上で、図8に示すように、ヨークとなる部分の外側に設けられていた。図8は、4極の三相同期モータのステータの平面図である。このステータを用いるモータは、1極当たり3個のスロットSLを備える。従って、ティースTEは全部で12個存在する。尚、図において、ハッチを施した領域は、ティースTEに巻回された図示しない固定子コイルにより発生する磁束にとって必要となる磁路の範囲を示している。1極当たりスロット3の場合には、磁束量に対して必要となるティースTEの幅とヨークYKの幅とは同一となり、ティースTE間のヨークYKの幅としては、ティースTEと同一の幅Wがあれば足りる。従来のステータでは、図8に示したように、必要な磁路を得るためのヨーク幅Wを確保した上で、その外周に締め付け用のボルト孔BHを、数カ所設けていた。

【0004】図9は、ティースTEの間にボルト孔BH

を形成した例を示す説明図である。この場合でも、ティースTEの幅Wと等しい磁路の幅をヨーク部において確保するために、ボルト孔BHの位置を、スロットSLの外側端部から、少なくともティースTEと同一の幅Wだけ隔たった位置の外側に置いている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、こうしたステータ構造では、ステータの外径を小さくすることができないという問題があった。即ち、ステータは、中心からスロットSL外周までの距離Rsに必要なヨーク幅Wを加え、更にボルト孔BHを形成するに足りる幅eを加えた半径D0が必要となり、これ以上小さくすることはできないと考えられていた。仮に、ヨークにおける磁気回路内にボルトあるいは固定ピン用の孔を設けると、この孔が磁路を妨げることになり、結果的に磁路の幅は狭くなってしまう。モータとして所定のトルクを得るためにはこれに応じた磁束量が必要とされるから、磁路が狭くなった部分では磁束密度が高くなり、磁束が通り難くなって、結果的に必要なトルクを得ることができなくなってしまう。また、鉄損が増大するから、モータの効率も低下してしまう。

【0006】他方、固定用のボルトの径を小さくしたり、ボルト孔用を形成するための幅eを小さくしたりすれば、固定強度が不十分となってしまう。本発明の三相同期モータのステータ構造は、こうした問題を解決し、モータの出力トルクや効率を低下することなく、外形形状を小型化可能とすることを目的としてなされた。また、本発明のステータは、かかるステータ構造を実現するものである。両者は、次の構成を採った。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明の三相同期モータのステータ構造は、固定子コイルが巻回されるティースを備えたステータを、ステータの積層方向に固定した三相同期モータのステータ構造であって、磁路として使用できないステータの固定用領域を、ティース背後のヨーク外周付近の位置であり、かつヨークを貫く磁束量に応じて必要とされる幅の磁路が該固定用領域とティースとの間で確保される位置に配置したことを要旨とする。

【0008】また、本発明の三相同期モータ用のステータは、ティースの付け根の左右の隅部から、ヨーク幅を半径とする円弧をヨーク外周側に各々描き、この両円弧の外側であってティース背後の位置に、ステータ固定用の孔もしくは切欠部を設けたことを要旨とする。

【0009】

【作用】以上のように構成された本発明の三相同期モータのステータ構造では、ステータを固定する固定用領域（例えばボルト孔や切欠部など）をティースの背後のヨーク外周付近であって、ヨークを貫く磁束量に応じて必要とされる幅の磁路が、固定用領域とティースとの間で確保される位置に配置している。通常、固定用領域の幅

は、ティースの幅より小さいから、固定用領域は、必ず従来知られている位置よりヨークの内側の位置に配置することができる。もとより、固定用領域の形状によっては、その幅がティースの幅より大きくとも、ヨークの内側の位置に配置することが可能である。

【0010】また、本発明の三相同期モータ用のステータは、これを積層してステータ構造とすれば、外形を大型化することなく、固定用の孔もしくは切欠部の存在する位置でも、ヨークを貫く磁束量に応じて必要とされる幅の磁路を確保することができる。

【0011】

【実施例】以上説明した本発明の構成・作用を一層明らかにするために、以下本発明の好適な実施例について説明する。図1は、本発明の一実施例としてのステータ20の形状を示す平面図、図2は、このステータ20を積層して固定子30を仮組立した状態を示す端面図、図3は、この固定子30を組み込んだ三相同期モータ40の構造を示す断面図である。

【0012】まず、図3を用いて、三相同期モータ40の全体構造について説明する。この三相同期モータ40は、固定子30と回転子50とこれらを収納するケース60とからなる。回転子50は、外周に永久磁石52が貼付されており、その軸中心に設けられた回転軸55を、ケース60に設けられた軸受61、62により回転自在に軸支している。

【0013】固定子30は、無方向性電磁鋼板を打ち抜いて成形したステータ20を複数枚積層したものである。この電磁鋼板には、その表面に絶縁層と接着層が形成されており、積層後所定温度に加熱して接着層を溶融させ、仮止めしている。ステータ20は、図1に示すように、計12個のティース22を備え、そのティース22間に形成されたスロット24には、固定子30に回転磁界を発生させるコイル32が巻回されている（図3参照）。ステータ20の外周には、固定用のボルト34を通すボルト孔36が4箇所設けられている。ステータ20を積層する際、図2に示すように、このボルト孔に仮止め用のボルト35を通して位置決めし、このボルト35を締め付けておく。この結果、ステータ20は互いに押圧された状態となり、接着層を加熱・溶融することで、積層されたステータ20は一応固定される。この状態で、コイル32をティース22に巻回して固定子30を完成した後、仮止め用のボルト35を取り外し、これをケース60に組み付け、ボルト34により固定する。

【0014】次に、図4を参照しつつ、固定用のボルト孔36を設ける位置について詳しく説明する。ボルト孔36は、ティース22が存在する位置のステータ20外周側に設けられるが、その位置は、次のように決定される。まず、三相同期モータ40として要求される出力トルクから、必要とされる磁束量 $\psi$ を計算する。次に、この磁束量 $\psi$ を生成し得るコイル32や永久磁石52の仕

様を決定し、ステータ20の幅 $W_t$ やヨークの幅 $W_y$ を決定する。コイル32、永久磁石52等の仕様は、三相同期モータ40の基本的な設計事項なので、ここではその説明を省略する。ティース幅 $W_t$ 、ヨーク幅 $W_y$ の決定の考え方については、本発明と密接な関係があるので、1極3スロットの場合を例に挙げて、以下説明する。

【0015】図5は、1極3スロットの三相同期モータ40の磁束の様子を示す説明図である。いま、一つのティース22に着目し、このティース22に対して永久磁石52の一方の極が正対し、コイル32に通電された状態で、ティース22に生じる磁束の最大値を $\psi_0$ とすると、ティース22を貫く全磁束 $\psi_t$ は、 $\psi(\theta)$ を $-\pi/6$ から $\pi/6$ まで、積分した値となる。尚、 $\psi(\theta)$ は、

$$\psi(\theta) = \psi_0 \cdot \cos \theta \quad \cdots (1)$$

である。積分を実行し、磁束 $\psi_t$ を求めると、

$$\psi_t = \psi_0$$

を得る。

【0016】一方、ステータ20のヨークの部分に貫く最大の磁束 $\psi_y$ は、図示するように、 $\psi(\theta)$ を0から $\pi/2$ まで積分したものに等しい。即ち、

$$\psi_y = \psi_0$$

であり、1極当たりのスロット数によらず一定となる。所望の磁束量 $\psi$ に対して必要となる幅 $W$ は、磁束が貫くステータの材料の最大許容磁束密度を $B_{max}$ 、その厚みを $L$ とすると、

$$w = \psi / (B_{max} \cdot L) \quad \cdots (2)$$

であるから、実施例におけるティース22とヨークの必要幅 $W_t$ 、 $W_y$ は、

$$W_t = W_y = \psi_0 / (B_{max} \cdot L) \quad \cdots (3)$$

となる。即ち、1極3スロットの三相同期モータ40の場合、ティース22の幅 $W_t$ とヨークの幅 $W_y$ とは等しい。

【0017】尚、一般式として、1極 $N$ スロット( $N$ は、1以上の整数)の三相同期式モータにおいてティースを通過する磁束量は、 $\psi(\theta)$ を $-\pi/(2 \cdot N)$ から $\pi/(2 \cdot N)$ まで積分したものとなり、ティース幅 $W_t$ とヨーク幅 $W_y$ との比は、

$$W_t / W_y = 2 \cdot \sin(\pi/2N) \quad \cdots (4)$$

となる。

【0018】以上の検討から1極3スロット( $N=3$ )の三相同期モータ40では、ティース22とヨークの幅は等しいことが分かる。そこで、この場合のティース22およびヨークの幅を $W$ とする。ティース22は、ボルト孔36の位置にかかわらず、その幅 $W$ を確保しているので、ヨークとして幅 $W$ を確保しつつステータ20の外形を最も小さくできるボルト孔36の位置を検討する。図4に示すように、ティース22の左右の付け根A、Bを中心として、半径 $W$ の円弧を描く。この両円弧に外接

10

20

30

40

50

するようボルト孔36を配置する。ボルト孔36の半径をdとすると、ステータ20の中心から距離Rs隔たったスロット24の外周線(ヨーク幅を決定する内周線)からボルト孔36の中心までの距離Sは、次式により求められる。

【0019】

【数1】

$$S = \sqrt{(W+d)^2 - (W/2)^2} - Z$$

$$Z = R_s - \sqrt{R_s^2 - (W/2)^2}$$

【0020】この結果、ボルト孔36をヨークの外におく場合と較べて、ボルト孔36の中心位置は、少なくとも

$$\Delta S = W + d - S$$

だけ、ステータ20の内側に移動する。

【0021】設計の一例として、Rs=175、W=60、d=5(単位はいずれもmm)とすると、Z=2.6、S=55.0、ΔS=10

となる。即ち、ボルト孔36の中心位置は、三相同期モータ40の中心に向かって約10ミリ内側に入った位置とすることができる。図1にハッチを施して示したように、ティース22の背面では、ヨークの部分の磁束量に対して必要な幅Wを内側に寄せて確保できるからである。従って、ヨーク部の磁束に影響を与えることなくボルト孔36を配置することができ、ステータ20の半径D1は、従来のステータより約10ミリ小さくなった。

【0022】この結果、単純にヨークの外側にボルト孔BHを設けた従来例(図8参照)と較べて、本実施例では、固定子30、延いては三相同期モータ40の外形を直径で20ミリ小さくすることができた。三相同期モータ40の外径を小さくすることが可能となると、電気自動車など、三相同期モータ40を組み込んだ機器の形状を小さくできるばかりか、三相同期モータ40自体の重量も低減できるので、電気自動車であれば、走行距離が延びるなど、この三相同期モータ40を組み込んだ機器の性能を向上させることが可能となる。

【0023】また、ボルト34により締め付け位置を、より内側とすることができるので、ステータ20を抑え込む同一の圧力を得るのに、少ないボルト本数で足り、あるいは同一のボルト本数であれば、締め付けトルクを小さくすることができるなど、固定子30の構成・組立を簡略にすることができる。

【0024】上述したボルト孔36の位置の設計(図4)においては、スロット24のコーナーの円みを無視したが、実際のステータ20では、スロット24のコーナーは所定のRが付いてるのが普通である(図1)。コーナーのRが、無視できないほど大きい場合には、図6に示すように、スロット24の外周線のあらゆる点か

ら実質的に必要とされるヨーク幅半径W0の円を描き、その円弧の包絡線を描き、この包絡線に外接するようボルト孔36の位置を定めればよい。これにより、両コーナーから常に必要なヨーク幅W0を確保することができる。また、ボルト34による締め付けに代えてカシメにより固定する場合でも、同様にカシメ用の孔の位置を定めることができる。更に、ステータ20の外周にTIG溶接用の切欠部70などを設ける場合、この切欠も、図7に示すように、同じように配置することができる。

10 【0025】以上本発明の実施例について説明したが、本発明はこうした実施例に何等限定されるものではなく、例えばボルト孔36が円形以外の形状をしている構成、固定用に用いられる切欠部が左右非対象の形状をしている構成、スロット24のコーナーのRが左右で異なる形状をしている構成、1極当たりのスロット数が3以外の構成、ステータ20を固定するボルトの他に固定子30をケース60に固定するボルトが別に設けられた構成、表面に接着層が形成されていないステータ20を用いてステータ20を積層した構成など、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において、種々なる態様で実施し得ることは勿論である。

【0026】

【発明の効果】以上説明したように本発明の三相同期モータのステータ構造では、同期モータの性能を落とすことなく、固定子の外径を小さくすることができるという極めて優れた効果を奏する。この結果、三相同期モータの外径形状、重量の低減を図ることができ、モータの小型化・軽量化を達成することが可能となる。また、本発明の三相同期モータ用のステータは、外径の小さなステータを実現する上で、ステータ固定用の孔もしくは切欠部の配置を容易を設計することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例である三相同期モータのステータの形状を示す平面図である。

【図2】固定子30を仮止めした状態での縦断面を示す端面図である。

【図3】実施例の固定子30を組み込んだ三相同期モータ40の構造を示す断面図である。

40 【図4】ボルト孔36の位置の設計の様子を示す説明図である。

【図5】磁束量φを計算するための固定子と回転子との関係を模式的に示す説明図である。

【図6】スロットの隅部に無視し得ないRが付けられている場合のボルト孔の位置の設計の様子を示す説明図である。

【図7】固定用の切欠を設ける場合の設計例を示す説明図である。

【図8】従来のステータの形状を示す平面図である。

【図9】同じく従来のボルト孔BHの配置を示す説明図

である。

【符号の説明】

20…ステータ

22…ティース

24…スロット

30…固定子

32…コイル

34…ボルト

\* 35…仮止め用ボルト

36…ボルト孔

40…三相同期モータ

50…回転子

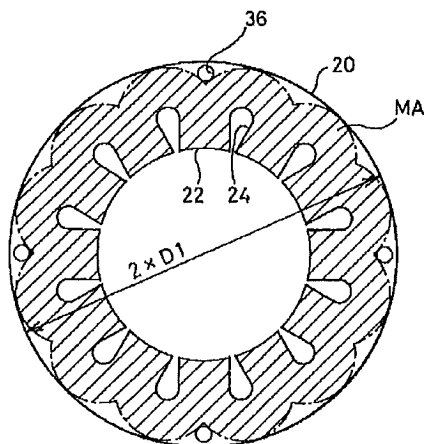
52…永久磁石

55…回転軸

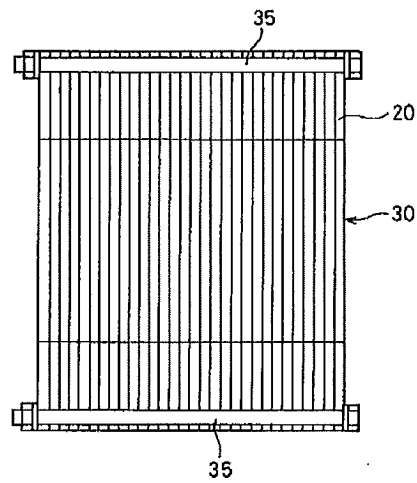
60…ケース

\* 70…切欠部

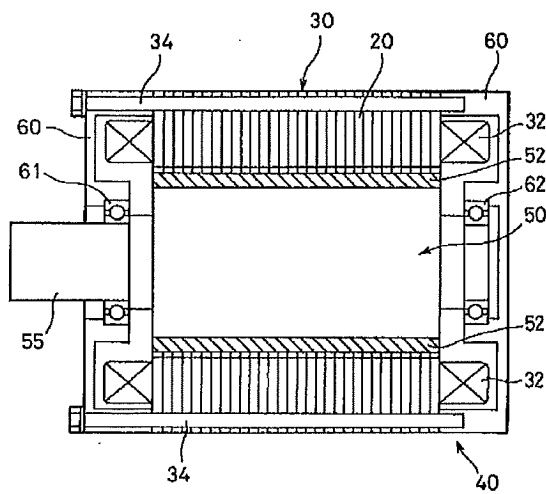
【図1】



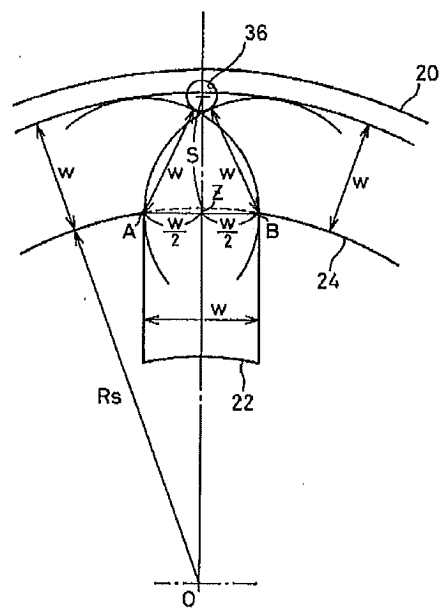
【図2】



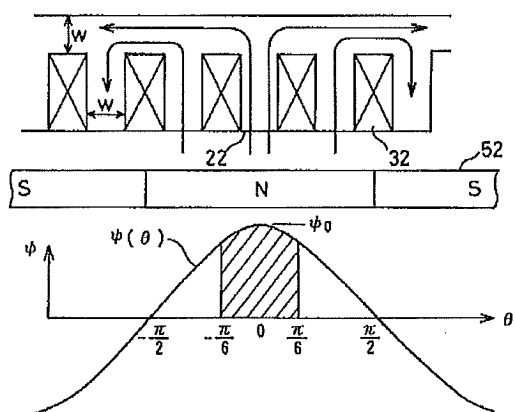
【図3】



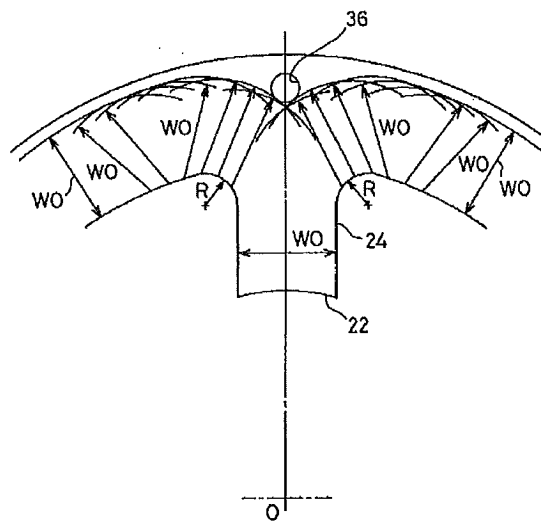
【図4】



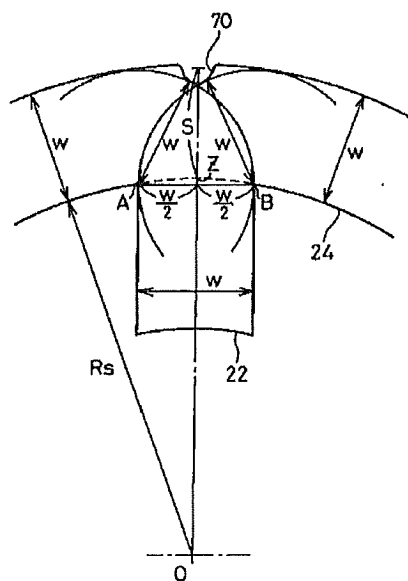
【図5】



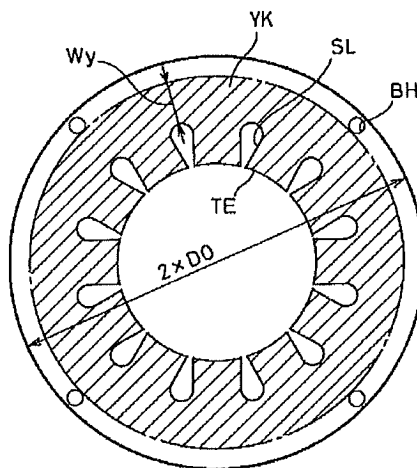
【図6】



【図7】



【図8】



【図9】

